

DAMPAK TANAM RUMPANG PADA KEPADATAN DAN EROSI TANAH

(Impacts of Gap Planting on Soil Density and Erosion)

Elias Elias* dan Ujang Suwarna

Departemen Manajemen Hutan, Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor (IPB)
Jl. Lingkar Akademik Kampus IPB Darmaga PO. Box. 168 Bogor, Jawa Barat, 16680, Indonesia

Article Info

Article History:
Received 22 May 2018; received in revised form 27 September 2018; accepted 27 September 2018. Available online since 29 March 2019

Kata Kunci:

Lingkungan, rehabilitasi hutan, teknik silviculture

ABSTRAK

Pada tahun 2016 terdapat 32,70 juta ha hutan di Indonesia yang terdegradasi. Bila tidak cepat direhabilitasi, akan terjadi perubahan penggunaan lahan hutan menjadi penggunaan lain dan perluasan hutan tanaman industri yang berdampak besar pada keanekaragaman hayati dan lingkungan hidup. Penelitian ini bertujuan mempelajari dampak penerapan teknik tanam rumpang dengan jabon merah pada kepadatan dan erosi tanah. Metode penelitian menggunakan: (1) teknik tanam rumpang dengan jabon merah, proporsi luas total rumpang terhadap luas total hutan alami 40%:60%, jarak tanam 4m x 5m, dan jumlah pohon yang ditanam 200 batang/ha, (2) Humboldt-Digital Static Cone Penetrometer untuk mengukur kepadatan tanah, dan (3) tongkat pengukur erosi. Hasil penelitian menunjukkan dampak penanaman rumpang dengan jabon merah untuk merehabilitasi hutan alam terdegradasi meningkatkan kepadatan tanah dalam areal rumpang, tetapi nilai kepadatannya masih termasuk kelas tanah sangat lepas. Di sisi lain erosi tanah di areal rumpang lebih rendah dari di hutan alami, karena kondisi di sebagian areal hutan alami merupakan lahan kosong, dan adanya limbah batang kayu, cabang, ranting, dan daun, dan rumput-rumput yang tumbuh di permukaan tanah areal rumpang yang menahan erosi. Penelitian ini menyimpulkan, bahwa dampak tanam rumpang di hutan alam terdegradasi terhadap kepadatan tanah dapat diabaikan, dan dampak tanam rumpang terhadap erosi tanah adalah positif karena penanaman rumpang dapat menurunkan erosi tanah. Namun masih perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai aspek yang berkaitan dengan sosial-ekonomi, biodiversitas, efektivitas dan efisiensi sebelum teknik tanam rumpang diterapkan untuk merehabilitasi hutan.

Keywords:

Environment, forest rehabilitation, silviculture technique

ABSTRACT

By 2016, there were 32.70 million ha of degraded forests in Indonesia. If it is not quickly rehabilitated, there will be land use changes and expansion of industrial forest plantation, which significantly affects its biodiversity and environmental. This research aims to study the impacts of the gap planting technique with red jabon on soil density and erosion. The research used: (1) the gap planting technique of red jabon with a proportion of the total gap area to the total natural forest area of 40%: 60%, planting distance of 4m x 5m, and the number of trees planted of 200 stems/ha, (2) Digital-Humboldt Static Cone Penetrometer to measure soil density, and (3) stick for soil erosion measurement. The results showed that gap planting with red jabon to rehabilitate degraded natural forests increased the soil density, but its value was categorized as a very loose soil class. On the other hand, the soil erosion in gap area was lower than in degraded natural forest area, because the condition of a part of the degraded forest was unvegetated land, and there were the wastes of branches, twigs, and leaves as well as grown grasses on the soil surface that hinder the soil erosion in the gap area. This research concluded, that the impact of the gap planting on soil density can be neglected, and the impact of the gap planting on soil erosion is positive. Further research on social-economic, biodiversity, effective and efficiency aspects of the gap planting technique for forest rehabilitation are needed before its implementation.

* Corresponding author. Tel: +62-251-8621244, Fax: +62-251-8621244
E-mail address: elias@apps.ipb.ac.id (E. Elias)

I. PENDAHULUAN

Luas total kawasan hutan di Indonesia adalah 125,96 juta ha, dari luas tersebut terdapat 32,70 juta ha yang terdegradasi (Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan/KLHK, 2017). Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan dari tahun 2011-2015 hanya berhasil merehabilitasi hutan 214.000 – 665.000 ha per tahun (KLHK, 2018) atau rata-rata 465.000 ha per tahun. Menurut Kodra dan Syauckani (2004), hutan yang rusak dapat menyebabkan kerusakan ekosistem lingkungan yang memicu terjadinya tanah longsor, erosi, pengeringan air dan pendangkalan sungai, kekeringan dan banjir bandang, dan kerusakan habitat flora dan satwa liar. Kerugian akibat kerusakan ekosistem lingkungan ini sangat besar bagi kehidupan, kesehatan, dan kesejahteraan masyarakat.

Rehabilitasi hutan alam terdegradasi dengan sistem Tebang Habis Permudaan Buatan (THPB) sangat beresiko terhadap kerusakan ekosistem lingkungan dan memerlukan biaya sangat tinggi. Selain itu sistem THPB tidak diizinkan untuk diterapkan di kawasan hutan alam produksi di Indonesia, kecuali pada pembangunan hutan tanaman industri (HTI) (Departemen Kehutanan, 2009 dan 2014). Reabilitasi hutan alam terdegradasi dengan sistem Tebang Pilih Tanam Jalur (TPTJ) memerlukan biaya yang sangat tinggi dan investasi yang lama (satu siklus tebang 25 tahun). Menurut hasil penelitian Elias dan Suwarna (2017) biaya total penanaman rumpang di PT. Intracawood Manufacturing adalah sebesar Rp. 3.904.296,00/-/ha atau Rp. 19.521,48/pohon. Biaya ini jauh lebih rendah dibandingkan dengan biaya penanaman di areal hutan alam PT. Intracawood Manufacturing yang dikelola dengan sistem TPTJ, yaitu sebesar Rp. 6.276.474,00/ha atau Rp. 31.382,37/pohon (Wati dan Karmilasanti, 2013). Hal yang sama diperoleh dari hasil penelitian di hutan alam tropika Amazon, Brazil (Schwartz *et al.*, 2017; Grogan *et al.*, 2013) yang menyatakan bahwa biaya penanaman dengan teknik rumpang lebih efektif. Di pihak lain hasil penelitian Schwartz *et al.* (2017), menunjukkan bahwa teknik tanam rumpang dapat diterapkan di hutan tropika yang beresiko terjadi perubahan tata guna lahan.

Sukses di dalam ekosistem hutan alam tropika diawali terbukanya tajuk dan terbentuknya rumpang (*gap, patch, Loecher, chablis*) (Lamprecht, 1986; Whitmore, 1993; Fischer *et al.*, 2016). Menurut Whitmore (1993) dan Lamprecht (1986), rumpang adalah lubang kanopi atau ruang yang terbentuk karena pohon besar yang tumbang, yang disebabkan oleh pohon tua yang mati atau pohon mati karena serangan jamur dan serangga, pohon roboh karena halilintar, angin badai, atau tanah longsor. Ruang rumpang yang terbentuk memberikan kesempatan kepada jenis-jenis pohon

intoleran yang suka cahaya matahari tumbuh dengan cepat di rumpang tersebut. Luas rumpang di hutan alam tropika bervariasi, tergantung dari bagaimana terbentuknya rumpang. Rumpang yang terbentuk akibat tanah longsor atau angin badai lebih luas dari rumpang yang terbentuk akibat pohon tua yang mati. Menurut Whitmore (1993), luas rumpang rata-rata di hutan alam tropika adalah 400 m², sedangkan dalam Lamprecht (1986) disebutkan luas rumpang berkisar antara 100 - 1.000 m².

Teknologi pengadaan bibit dan budidaya jenis-jenis pohon intoleran yang pertumbuhannya sangat cepat dan mampu tumbuh di areal marginal sudah dimiliki (Mulyana *et al.*, 2012; Mansur, 2015). Salah satu jenis pohon intoleran tersebut adalah jabon merah (*Anthocephalus macrophyllus* (Roxb) Havil) dari famili Rubiaceae yang tersebar secara alami di seluruh Indonesia. Jabon merupakan jenis unggulan kehutanan yang mempunyai nilai ekonomi tinggi yang banyak ditanam di hutan tanaman rakyat (Pandit dan Wibowo, 2011). Dalam waktu lima tahun, pertumbuhan diameter pohonnya dapat mencapai 30-40 cm (Mansur, 2015). Sifat dasar kayu jabon merah cukup baik dan potensi kegunaan kayunya dapat menghasilkan berbagai ragam produk kayu. Banyak industri pengolahan kayu di Indonesia sudah menggunakan kayu jabon merah sebagai bahan baku (Lempang, 2014).

Penggunaan teknik tanam rumpang diperkirakan dapat menyebabkan perubahan penutupan vegetasi terhadap permukaan tanah, pemadatan tanah, dan erosi tanah. Perubahan penutupan lahan dapat meningkatkan erosi tanah (Badmos *et al.*, 2015; Karamage *et al.*, 2006a; Karamage *et al.*, 2006b; Ozsahin *et al.*, 2018; Anwar *et al.*, 2011; dan Suwarna *et al.*, 2009). Peningkatan kepadatan tanah dapat menurunkan pertumbuhan tanaman (Springer *et al.*, 2014), meningkatkan aliran air permukaan tanah (*surface run off*) dan erosi tanah (Zemke, 2016). Peningkatan erosi tanah dapat menurunkan kesuburan tanah (Cornelio & Rao, 2011; George *et al.*, 2013). Oleh karena itu, dampak tanam rumpang untuk merehabilitasi hutan alam terdegradasi terhadap kepadatan dan erosi tanah perlu diteliti. Tulisan ini bertujuan untuk menganalisis dampak tanam rumpang (yang berbentuk jalur) dengan jenis tanaman jabon merah terhadap kepadatan dan erosi tanah.

II. METODE PENELITIAN

A. Tempat dan Waktu

Penelitian ini berlokasi di areal IUPHHK-HA PT. Intracawood Manufacturing, Kalimantan Utara, yang terletak di antara 2°48'27" - 3°37'30" Lintang Utara dan 116°30'00" - 117°11'44" Bujur Timur.

Curah hujan rata-rata 3.174 mm/tahun, dengan suhu udara berkisar 26,7 – 28,3 °C dan kelembaban udara 83 – 85%. Jenis tanah adalah podsolik merah kuning (ultisol). Kondisi topografi terdiri dari 71,17% areal termasuk kelas lereng datar sampai sedang, 23,15% areal termasuk kelas lereng curam, dan 5,68% areal termasuk kelas lereng sangat curam. Tipe hutan termasuk hutan alam tropika dataran rendah yang kondisinya termasuk hutan terdegradasi. Jumlah pohon berdiameter ≥ 10 cm hanya 179 pohon per hektar dan kondisi tumbuhan bawah dan serasah yang tipis. Struktur tegakannya dapat dilihat pada Table 1. Jenis-jenis pohon dominan terdiri dari mahang (*Macaranga gigantea*), sedaman (*Macaranga hypoleuca*), jambu-jambu (*Zyzygium sp.*), dan jabon putih (*Anthocephalus cadamba*). Penelitian di lapangan dilakukan pada tanggal 1 Februari 2017 sampai tanggal 22 Maret 2017.

Tabel 1. Struktur tegakan dan potensi hutan di areal penelitian tanam rumpang

Table 1. Stand structure and forest potent in the research area of gap planting

Diameter pohon (Tree diameter) cm	Jumlah pohon (Number of tree)/ha	Volume (Volume) m ³
10 - < 20	120	12,04
20 - < 30	28	7,18
30 - < 40	15	8,96
40 - < 50	8	8,64
≥ 50	8	22,99
Jumlah (Total)	179	59,80

B. Bahan dan Alat

Bahan penelitian terdiri dari semai jabon merah yang diperoleh dari persemaian PT. Intraca Hutan Lestari, kompos dan pupuk NPK, peta lokasi penelitian, log book lapangan, label, alat-alat tulis, cat dan kuas, kikir, cangkul, sandak, kampak, parang, sabit, bensin dan pelumas. Alat-alat penelitian terdiri dari kompas, helling meter, meteran panjang 25 m, tali plastik ukuran diameter 0,5 cm, meteran panjang 1 m, *Global Positioning System* (GPS), *chainsaw*, *Humboldt-Digital Static Cone Penetrometer*, tongkat ukur erosi, dan komputer.

C. Metode

1. Desain Areal Penelitian

Luas petak penelitian 10.000 m², terdiri dari 6.000 m² areal hutan alami dan 4.000 m² areal rumpang. Desain areal penelitian dibuat secara sistematis berbentuk jalur selebar 25 m dengan arah mata angin Timur-Barat. Pemilihan bentuk jalur ini karena lebih dari 70% areal penelitian bertopografi datar sampai sedang dan kondisi

sebaran potensi tegakan homogen. Arah jalur dipilih Timur-Barat bertujuan agar rumpang mendapatkan intensitas cahaya matahari semaksimal mungkin sepanjang hari (Lamprech, 1986). Empat jalur dibuat dengan ukuran jalur sebagai berikut: jalur 1 (25 m x 100 m atau 2.500 m²), jalur 2 (25 m x 50 m atau 1.250 m²), jalur 3 (25 m x 150 m atau 3.750 m²), dan jalur 4 (25 m x 100 m atau 2.500 m²). Tiap-tiap jalur dibagi lagi menjadi beberapa petak ukur (PU) berbentuk bujur sangkar 25 m x 25 m, sehingga terdapat 16 buah PU.

Lokasi rumpang diusahakan di sepanjang sumbu jalur dengan lebar 10 m sehingga luas total rumpang sebesar 40% dan luas total hutan alami sebesar 60% dari luas petak penelitian (Gambar 1). Proporsi luas ini bertujuan menjamin kondisi ekologi hutan yang seimbang dari aspek lingkungan, aspek kekayaan biodiversitas, dan aspek sosial-ekonomi masyarakat di sekitar hutan, sesuai dengan Buckingham *et al.* (2015) yang menyatakan bahwa rehabilitasi lahan dan lanskap perlu mempertimbangkan kehidupan masyarakat, keamanan pangan jangka panjang, stabilitas iklim, dan konservasi keanekaragaman hayati.

2. Desain Jalur Rumpang

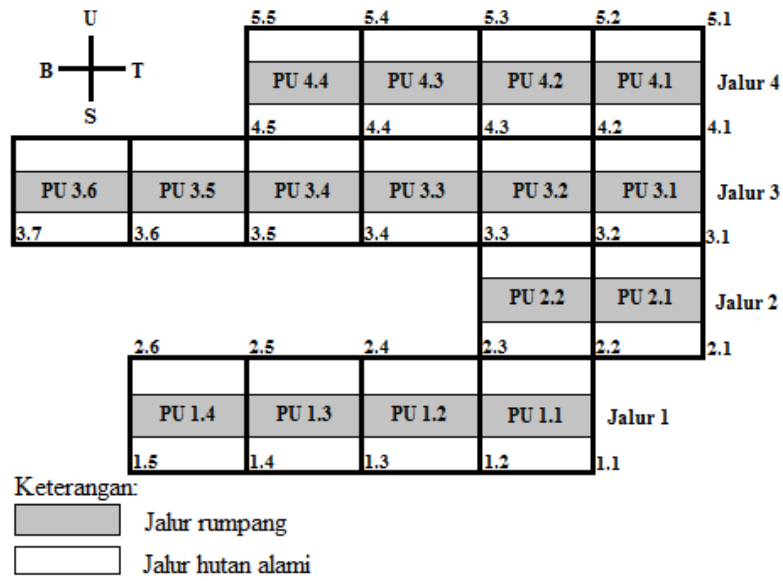
Rumpang dibuat berbentuk jalur selebar 10 m dengan arah Timur-Barat, sehingga luas rumpang di jalur 1,2,3, dan 4 berturut-turut adalah 1.000 m², 500 m², 1.500 m², dan 1.000 m². Sebagai pembandingan luas rumpang buatan untuk penanaman pengayaan dalam pengelolaan hutan alam tropika di Quintana Roo, Mexico berkisar 400-1.800 m² (Navarro-Martinez *et al.*, 2017).

Di dalam rumpang dibuat 2 jalur tanam masing-masing selebar 2 m dengan arah Timur-Barat. Semua tumbuhan bawah di jalur tanam dibersihkan. Jalur di antara kedua jalur tanam selebar 3 m dan jalur di antara jalur tanam dan tegakan hutan alami masing-masing selebar 1,5 m dibuka dan dibersihkan dengan hanya menebas tanaman bawah sampai setinggi lutut (50-60 cm). Jalur ini disebut jalur tebas. Jalur tebas bertujuan untuk mengurangi bahaya erosi, menahan pertumbuhan gulma dan liana, dan sekaligus menurunkan biaya penyiapan lahan (Lamprech, 1986). Desain areal jalur tanam dan jalur tebas dalam rumpang disajikan dalam Gambar 2.

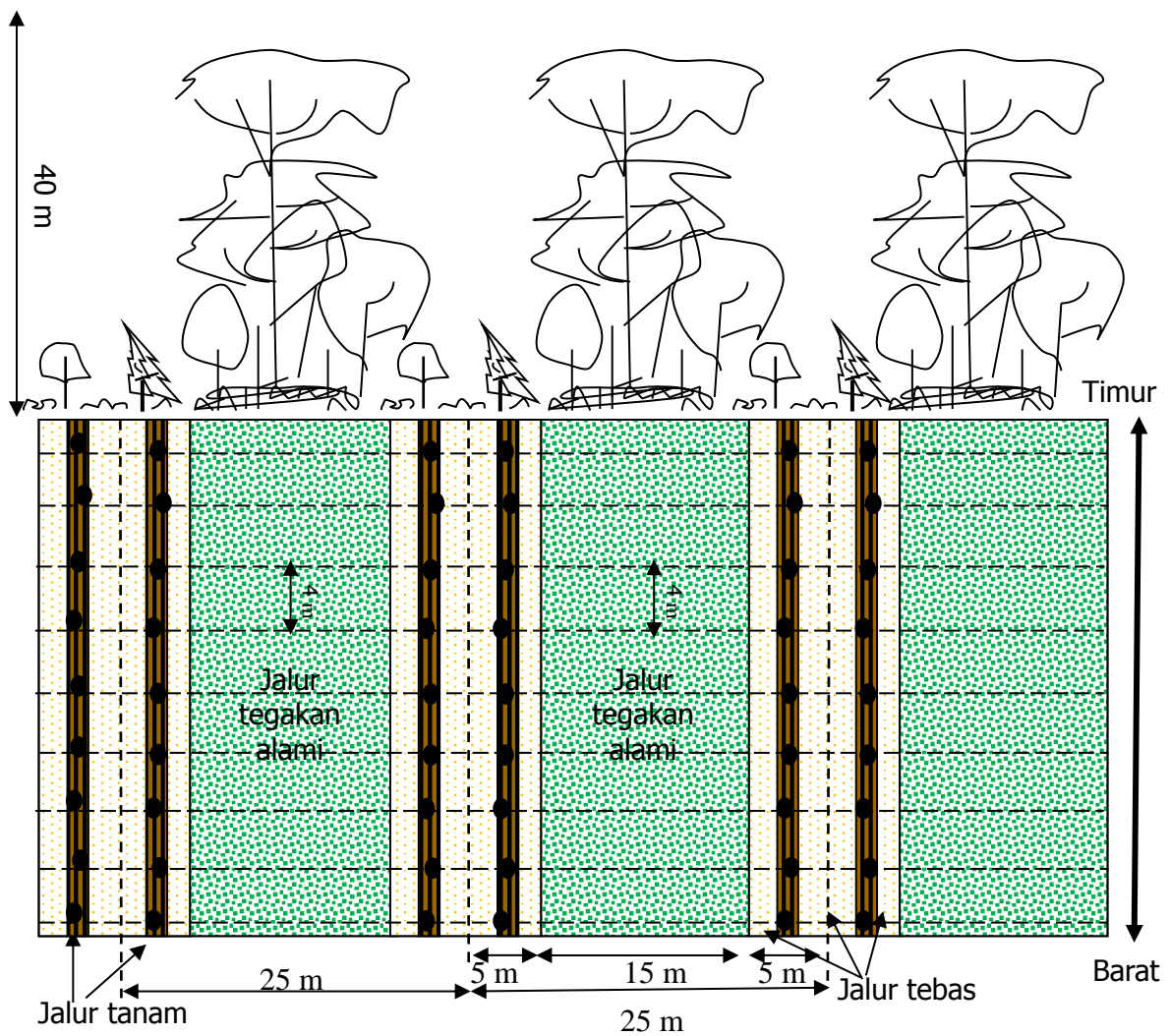
3. Tahapan Kerja Penanaman Rumpang

Tahapan kerja teknik tanam rumpang adalah sebagai berikut (Gambar 3):

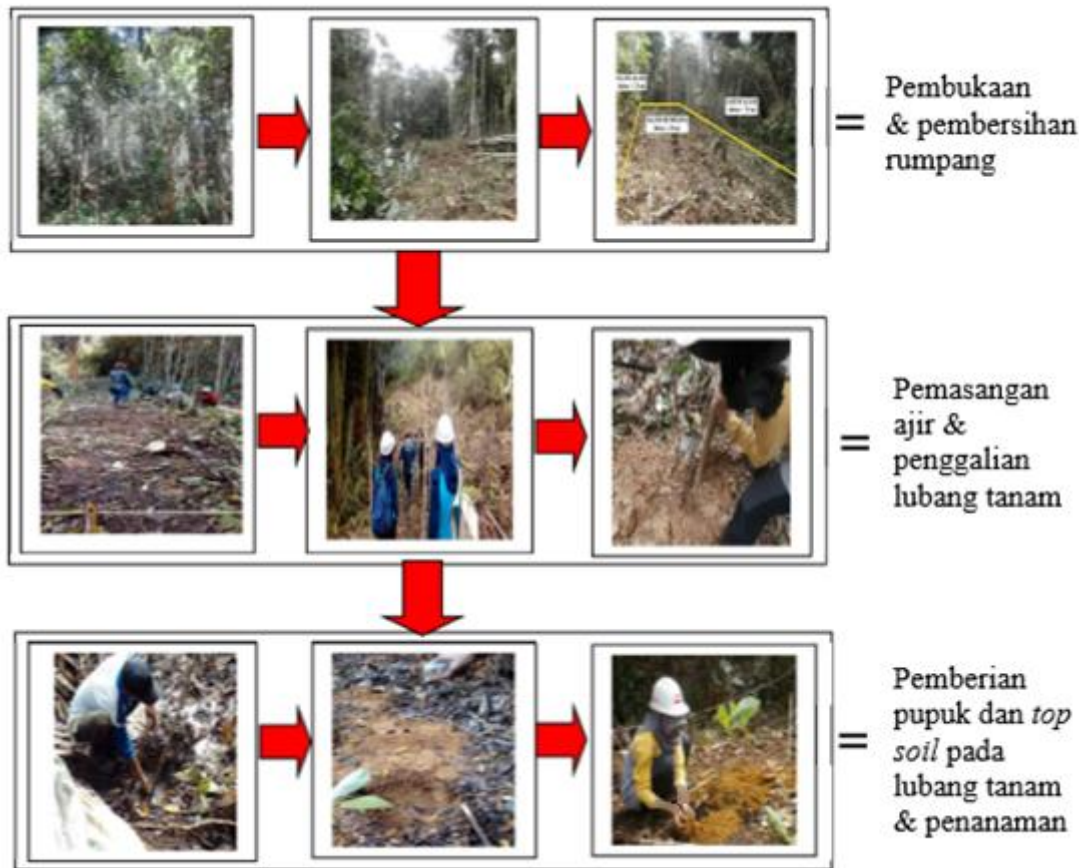
1. Pembukaan dan pembersihan rumpang
Pembukaan rumpang dilakukan secara mekanis dengan menggunakan *chainsaw*, dan pembersihan rumpang menggunakan alat manual.



Gambar 1. Desain areal penelitian tanam rumpang dengan jabon merah
Figure 1. Design of research area of gap planting with jabon merah



Gambar 2. Desain areal jalur tanam dan jalur tebas dalam rumpang
Figure 2. Design of planting strip area and chof off strip area in gap



Gambar 3. Tahapan kerja penanaman rumpang
Figure 3. Working elements of gap planting

2. Pemasangan ajir dan penggalian lubang tanam
Pemasangan ajir dengan jarak tanam 5 m x 4 m, dan penggalian lubang tanam berukuran 40 cm x 40 cm x 40 cm di jalur tanam dilakukan secara manual.
3. Pemberian pupuk dan lapisan tanah atas (*top soil*) dalam lubang tanam
4. Penanaman bibit jabon merah pada lubang tanam.

4. Prosedur Penelitian dan Pengolahan Data

a. Kepadatan Tanah

Penelitian pengaruh tanam rumpang terhadap kepadatan tanah pada tiga kondisi hutan (hutan alami, jalur tebas, dan jalur tanam) menggunakan rancangan acak berblok, dengan kondisi hutan merupakan blok. Pengukuran kepadatan tanah menggunakan penetrometer jenis *Humboldt-Digital Static Cone Penetrometer*. Pengukuran nilai *cone index* (indeks krucut) (kgf/cm^2) dilakukan di areal hutan alami, jalur tebas, dan jalur tanam yang terdapat dalam 8 PU, yaitu pada jalur 1 di PU 1.1 dan PU 1.3, pada jalur 2 di PU 2.1, pada jalur 3 di PU 3.2, PU 3.4 dan PU 3.6, pada jalur 4 di PU 4.1 dan PU 4.3. Lokasi titik pengukuran kepadatan tanah (sampai ke

kedalaman tertentu) dalam tiap PU adalah sebagai berikut:

- Pada hutan alami ada 4 titik, yaitu 2 titik di sebelah kiri dan 2 titik di sebelah kanan rumpang
- Pada jalur tebas ada 3 titik, yaitu 1 titik di jalur tebas yang berada di antara dua jalur tanam, dan masing-masing 1 titik di jalur tebas yang berada diantara jalur tanam dan hutan alami
- Pada jalur tanam ada 2 titik, yaitu masing-masing 1 titik pada dua jalur tanam di dalam rumpang.

Jadi jumlah pengukuran kepadatan tanah di areal hutan alami sebanyak 32 ulangan, di jalur tebas sebanyak 24 ulangan, dan di jalur tanam sebanyak 16 ulangan.

Berdasarkan hasil pengukuran dihitung nilai indeks krucut kepadatan tanah rata-rata di areal hutan alami, jalur tebas, dan di jalur tanam. Analisis varians dilakukan untuk menguji pengaruh tanam rumpang terhadap kepadatan tanah pada hutan alami, jalur tebas, dan jalur tanam. Uji beda nyata Tukey kemudian dilakukan untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan yang nyata nilai *cone index* kepadatan tanah pada ketiga kondisi areal tersebut.

b. Erosi Tanah

Pengukuran erosi tanah menggunakan Metode Peninjauan Lapangan. Metode ini memperkirakan perubahan permukaan tanah di suatu titik ukur tetap di lapangan (Elias, 2012). Erosi tanah diukur dengan tongkat pengukur erosi yang dipasang permanen di PU yang sama dengan PU pengukuran kepadatan tanah. Jumlah titik pemasangan tongkat pengukur erosi di areal hutan alami sebanyak 32 ulangan, di jalur tebas sebanyak 24 ulangan, dan di jalur tanam sebanyak 16 ulangan. Cara pengukuran tinggi permukaan tanah pada saat pengukuran tiap-tiap titik ukur dilakukan sebanyak 4 kali yaitu di kiri dan kanan tongkat ukur dan di depan dan belakang tongkat ukur. Pengukuran menggunakan meteran tukang kayu dan dilakukan dari tanda tetap pada bagian atas tongkat ukur sampai dengan permukaan tanah. Tinggi tanah saat pengukuran merupakan rata-rata dari hasil keempat pengukuran tersebut. Lokasi titik pengukuran erosi tanah di dalam PU dan cara pengukuran erosi tanah disajikan pada Gambar 4.

Berdasarkan hasil pengukuran dihitung nilai erosi tanah rata-rata di areal hutan alami, jalur tebas, dan jalur tanam. Erosi tanah dihitung dengan rumus sebagai berikut (Elias dan Suwarna, 2017):

- Tinggi erosi tanah permukaan = $\sum_i^n \frac{T_i}{n}$
- Volume tanah tererosi = $Li \times \sum_i^n \frac{T_i}{n}$
- Berat tanah tererosi = $Li \times \sum_i^n \frac{T_i}{n} \times BD$

Keterangan:

T_i = perubahan tinggi permukaan tanah dalam periode tertentu pada tongkat ukur ke i (cm)

n = jumlah ulangan pengukuran

Li = luas areal ke i yang diukur erosinya (m^2)

BD = bulk density/kepadatan massa tanah kering. Nilai BD menggunakan hasil penelitian Handayani dan Karmilasanti (2013) di tempat yang sama, yaitu BD tanah di hutan alami = $0,59 \text{ g/cm}^3$ dan BD tanah di jalur tebas dan jalur tanam = $0,67 \text{ g/cm}^3$

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Kepadatan Tanah

Hasil rekapitulasi data pengukuran kepadatan tanah di areal hutan alami, jalur tebas, dan jalur tanam pada tiap PU disajikan pada Tabel 2.

Penelitian ini mendapatkan nilai kepadatan tanah di hutan alami berkisar antara $0,75 - 6,92 \text{ kgf/cm}^2$ dengan rata-rata $3,04 \pm 1,93 \text{ kgf/cm}^2$, di jalur tebas berkisar antara $1,67 - 7,56 \text{ kgf/cm}^2$ dengan rata-rata $3,90 \pm 1,92 \text{ kgf/cm}^2$, dan di jalur tanam berkisar antara $1,67 - 8,00 \text{ kgf/cm}^2$ dengan rata-rata $4,42 \pm 2,07 \text{ kgf/cm}^2$. Nilai kepadatan tanah pada tanah ultisol hasil penelitian ini lebih rendah dari nilai kepadatan tanah pada tanah ultisol di areal HTI di Sumatera Selatan, yaitu sebesar $4,49 \text{ kgf/cm}^2$ di areal yang belum terganggu, $5,70 - 9,00 \text{ kgf/cm}^2$ di areal jalan sarad yang ditutup dengan limbah pemanenan kayu sebelum penyaradan, dan $8,50 - 10,00 \text{ kgf/cm}^2$ di areal jalan sarad yang tidak ditutup dengan limbah pemanenan kayu (Matangaran, 2012).

Hasil ANOVA menunjukkan pengaruh tanam rumpang terhadap kepadatan tanah berpengaruh sangat nyata (*significant level* = 0,001). Uji beda nyata Tukey menunjukkan perbedaan yang nyata dari tingkat kepadatan tanah di hutan alami dibandingkan tingkat kepadatan tanah di jalur tebas dan jalur tanam, sedangkan tingkat kepadatan tanah di jalur tebas dan di jalur tanam tidak berbeda nyata.



Petak ukur (PU)

Cara pemasangan tongkat ukur erosi tanah

Cara pengukuran erosi tanah

Keterangan:

- : hutan alami; : jalur tebas; : jalur tanam
- : titik pengukuran erosi tanah

Gambar 4. Lokasi pengukuran dalam PU dan cara pengukuran erosi tanah
Figure 4. Measurement location in PU and measurement methods of erosion

Tabel 2. Nilai indeks krucut kepadatan tanah pada areal hutan alami, jalur tebas, dan jalur tanam
Table 2. Cone index value of soil density on natural forest area, chof off strip area, and planting strip area

No.	No. PU (PU number)	Nilai kepadatan tanah pada areal (Soil density value on area of) (kgf/cm ²)		
		Hutan alami (Natural forest)	Jalur tebas (Chof off strip)	Jalur tanam (Planting strip)
1	PU 1.1	0,75	1,67	1,67
2	PU 1.3	6,92	7,56	8,00
3	PU 2.1	3,17	4,11	5,00
4	PU 3.2	2,83	3,22	4,17
5	PU 3.4	4,42	5,78	6,00
6	PU 3.6	2,92	3,44	5,17
7	PU 4.1	1,83	2,22	2,67
8	PU 4.3	1,50	3,22	2,67
Rata-rata (Average)		3,04 ± 1,93	3,90 ± 1,92	4,42 ± 2,07

Hasil penelitian menunjukkan terjadi peningkatan kepadatan tanah, yakni dari kepadatan tanah sebesar 3,04± 1,93 kgf/cm² di hutan alami menjadi kepadatan tanah sebesar 3,90 ± 1,92 kgf/cm² di jalur tebas dan kepadatan tanah sebesar 4,42 ± 2,07 kgf/cm² di jalur tanam. Peningkatan kepadatan tanah ini akibat kegiatan tanam rumpang dengan jabon merah, namun berdasarkan klasifikasi kepadatan tanah menurut Wesley (2010), kepadatan tanah pada ketiga kondisi areal hutan tersebut masih termasuk kelas tanah sangat lepas. Dimana, menurut Wesley (2010) nilai krucut penetrasi penetrometer tanah sangat padat > 200 kg/cm², tanah padat 120 – 200 kg/cm², tanah sedang 40 – 120 kg/cm², tanah lepas 16 – 40 kg/cm², dan tanah sangat lepas < 16 kg/cm².

Penelitian ini menunjukkan, bahwa penanaman rumpang menyebabkan peningkatan kepadatan tanah di areal rumpang, namun peningkatan kepadatan tersebut dapat diabaikan, karena kondisi kepadatan tanah setelah penanaman rumpang masih termasuk kelas tanah sangat lepas.

B. Erosi Tanah

Besarnya erosi tanah hasil penelitian di areal hutan alami, jalur tebas, dan jalur tanam pada periode 21 Februari 2017 sampai dengan 18 Maret 2017 disajikan pada Tabel 3.

Besarnya erosi permukaan tanah di jalur tanam dan erosi permukaan tanah di jalur tebas lebih kecil dari erosi permukaan tanah di hutan alami, yaitu berturut-turut sebesar 0,556; 1,683; dan 1,705 kg/m². Hal ini diduga disebabkan tutupan lahan yang kecil/kosong pada sebagian areal di jalur hutan alami, tumbuhnya rumput-rumput di areal rumpang, dan adanya limbah batang kayu, cabang, ranting, dan daun yang menjadi serasah dan menutupi permukaan tanah rumpang. Rumput-rumput yang sedang tumbuh dan serasah di atas tanah menyerap air dan memperlambat aliran air permukaan tanah sehingga memperkecil erosi tanah. Hasil penelitian ini sesuai dengan beberapa hasil penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, misalnya penelitian Tang *et al.* (2014) di hulu DAS Yangtze, China, yang membuktikan bahwa tanaman rumput lebih efektif dalam memerangkap sedimen dan mengurangi aliran air permukaan tanah dari pada tanaman berkayu. Penelitian Rajati *et al.* (2006) di Desa Padasari, Kabupaten Sumedang, Jawa Barat, menyimpulkan bahwa erosi tanah di lahan agroforestri yang tidak disiangi lebih kecil dari erosi tanah di lahan agroforestri yang disiangi, dan rumput dapat melindungi lahan terhadap erosi tanah. Selain itu, penelitian Suwarna *et al.* (2009), menunjukkan bahwa pada lantai hutan bekas tebangan yang ditutupi oleh rumput-rumputan

Tabel 3. Erosi tanah pada areal penelitian tanam rumpang

Table 3. Soil erosion on research area of gap planting

Kondisi areal (Area condition)	Jumlah ulangan (Replication number)	Luas (Area) m ²	Tinggi erosi permukaan tanah (Soil surface erosion height) cm	Volume tanah tererosi (Soil erosion volume) m ³	Berat tanah tererosi (Soil erosion weight)	
					ton	kg/m ²
Areal hutan alami (Natural forest area)	32	6.000	0,29	17,48	10,23	1,705
Areal jalur tebas (Chof off strip area)	24	2.400	0,25	6,02	4,04	1,683
Areal jalur tanam (Planting strip area)	16	1.600	0,08	1,32	0,89	0,556
Jumlah (Total)		10.000		24,82	15,16	1,516

lebih efektif menanggulangi erosi. Lebih lanjut, penelitian Karamage *et al.* (2016a), di DAS Like Kivu, Congo-Rwanda yang menunjukkan erosi tanah yang terkecil terjadi di lahan/padang rumput, yang disusul berturut-turut oleh erosi tanah di lahan hutan, lahan perkebunan, dan lahan pemukiman. Penelitian Alagna *et al.* (2018) menunjukkan bahwa penggunaan tanaman penutup (*cover crops*), rumput, dan jerami dianjurkan untuk digunakan untuk meningkatkan infiltrasi air dan mengurangi aliran air permukaan tanah dan erosi tanah pada pembangunan kebun anggur di Spanyol Timur.

Hasil penelitian menunjukkan besarnya erosi tanah yang terjadi di areal penelitian pada periode 21 Februari 2017 sampai dengan 18 Maret 2017 adalah 15,16 ton/ha atau rata-rata 4,082 ton/ha/minggu. Besarnya erosi permukaan tanah pada lahan hutan alam terdegradasi yang direhabilitasi dengan teknik tanam rumpang dalam penelitian ini lebih rendah dibandingkan dengan besarnya erosi permukaan tanah di lahan hutan (sebesar 7 - 35 ton/ha/minggu) dan di lahan/padang rumput (sebesar 2 - 20 ton/ha/minggu) dari hasil penelitian Cornelio dan Rao (2011) di Desa Oomsis, Provinsi Morabi, Papua New Guinea.

Hasil penelitian ini menunjukkan, bahwa dampak tanam rumpang di hutan alam terdegradasi terhadap pemadatan tanah adalah kecil sehingga dapat diabaikan, dan dampak tanam rumpang terhadap erosi tanah adalah positif karena penanaman rumpang dapat menurunkan erosi tanah. Namun masih perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai aspek yang berkaitan dengan sosial-ekonomi, biodiversitas, efektivitas dan efisiensi sebagai dasar rekomendasi teknik tanam rumpang untuk merehabilitasi hutan.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Penanaman rumpang dengan jabon merah di hutan alam terdegradasi berdampak meningkatkan kepadatan tanah di dalam rumpang, namun peningkatan kepadatan tanah ini dapat diabaikan karena kelas kepadatan tanahnya masih termasuk kelas tanah sangat lepas. Sebaliknya penanaman rumpang dengan jabon merah di jalur tanam dengan pembuatan jalur tebas di samping jalur tanam, penyebaran limbah kayu, cabang, ranting dan daun dari limbah pembukaan rumpang, dan tumbuhnya rumput di permukaan tanah rumpang dapat menurunkan erosi tanah di hutan alam terdegradasi.

B. Saran

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai aspek yang berkaitan dengan sosial-ekonomi, biodiversitas, efektifitas dan efisiensi

sebelum teknik tanam rumpang diimplementasikan untuk merehabilitasi hutan alam terdegradasi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Para penulis mengucapkan terima kasih kepada Direktorat Riset dan Pengabdian Masyarakat, Ditjen Penguatan Riset dan Pengembangan, Kementerian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi yang telah menyediakan dana penelitian melalui perjanjian dengan IPB No. 129/SP2H/PTNBH/DRPM/2018, kepada LPPM IPB yang memfasilitasi proses penelitian, dan kepada PT. Intracawood Manufacturing yang memberikan izin dan bantuan akomodasi di lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Alagna, V., Prima, S.D., Rodrigo-Comino, J., Iovino, M., Pirastru, M., Keesstra, S.D., Novara, A., and Cerdà, A. (2018). The impact of the age of vines on soil hydraulic conductivity in vineyards in Eastern Spain. *Water*, 10, 14, 1-13. Doi:10.3390/w10010014.
- Anwar, M., Pawitan, H., Murti Laksono, K., dan Jaya, I.N.S. (2011). Respons hidrologi akibat deforestasi di DAS Barito Hulu, Kalimantan Tengah. *Jurnal Manajemen Hutan Tropika*, 17(3), 119-126.
- Badmos, B.K., Agodzo, S.K., Villamor, G.B., and Odai, S.N. (2015). An approach for simulating soil loss from an agro-ecosystem using multi-agent simulation: A case study for semi-arid Ghana. *Land*, 4, 607-626. Doi:10.3390/land4030607.
- Buckingham, K., DeWitt, S., and Laestadius, L. (2015). The global restoration initiative. In: Chabay, I., Frick, M., Helgeson, J., editors. *Land Restoration: reclamation landscapes for a sustainable future*. Elsevier. Doi: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-801231-4.00031-8>.
- Cornelio, D.L., and Rao, R. (2011). Land use effects on soil erosion in the lowland humid tropics of Papua New Guinea. *Jurnal Manajemen Hutan Tropika*, 17(1), 17-23.
- Departemen Kehutanan. (2009). Peraturan Menteri Kehutanan Nomor: P. 11/Menhut-II/2009 tentang Sistem Silvikultur Dalam Areal Izin Usaha Pemanfaatan Hasil Hutan Kayu Pada Hutan Produksi. Jakarta: Biro Hukum dan Organisasi Departemen Kehutanan.
- Departemen Kehutanan. (2014). Peraturan Menteri Kehutanan Nomor: P.65/Menhut-II/2014 tentang Perubahan Atas Peraturan Menteri Kehutanan Nomor P.11/Menhut-II/2009 tentang Sistem Silvikultur Dalam Areal Izin Usaha Pemanfaatan Hasil Hutan Kayu Pada Hutan Produksi. Jakarta: Biro Hukum dan Organisasi Departemen Kehutanan.
- Elias. (2012). *Pembukaan Wilayah Hutan*. Bogor, Indonesia: Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor.

- Elias dan Suwarna, U. (2017). *Pemanfaatan hutan alam tropika Indonesia yang kurang berpotensi menggunakan sistem Tebang Pilih Tanam Rumpang dengan jenis-jenis unggulan intoleran*. Laporan Hasil Penelitian Terapan Unggulan Perguruan Tinggi. Institut Pertanian Bogor. Bogor. (tidak dipublikasikan).
- Fischer, R., Bohn, F., Dantas de Paula, M., Dislich, C., Groeneveld, J., Gutierrez, A.G., Kazmierczak, M., Knapp, N., Lehmann, S., Paulick, S., Puetz, S., Roedig, E., Taubert, F., Koehler, P., and Huth, A. (2016). Lessons learned from applying a forest gap model to understanding ecosystem and carbon dynamics of complex tropical forests. *Ecological Modelling*, 326, 124-133. Doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2015.11.018>.
- George, N., Killur, R.R.B., Cornelio, D.L. (2013). Land use conversion and soil properties in a lowland tropical landscape of Papua New Guinea. *Jurnal Manajemen Hutan Tropika*, 19(1), 39-45. DOI: 10.7226/jtfm.19.1.39.
- Grogan, J., Schulze, M., Lentini, M., Zweede, J., Landis, R.M., and Free, C.M. (2013). Managing big-leaf mahogany in natural forests. *ITTO Tropical Forest Update*, 22/1, 12-18.
- Handayani, R., Karmilasanti. (2013). Sifat tanah pada areal aplikasi tebang pilih tanam jalur (TPTJ) di PT. Intracawood, Bulungan, Kalimantan Timur. *Jurnal Penelitian Dipterokarpa*, 7 (1), 35-42.
- Karamage, F., Shao, H., Chen X., Ndayisaba, F., Nahayo, L., Kayiranga, A., Kehinde, J., Omifolaji, Liu, T., and Zhang, C. (2016a). Deforestation Effects on Soil Erosion in the Lake Kivu Basin, D.R. Congo-Rwanda. *Forests*, 7, 281, 1-17. Doi: 10.3390/f7110281.
- Karamage, F., Zhang, C., Kayiranga, A., Shao, H., Fang, X., Ndayisaba, F., Nahayo, L., Mupenzi, C., and Tian, G. (2016b). USLE-based assessment of soil erosion by water in the Nyabarongo River Catchment, Rwanda. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 13, 835, 1-16. Doi: 10.3390/ijerph13080835.
- [KLHK] Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. (2017). *Statistik Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Tahun 2016*. Jakarta, Indonesia: Pusat Data dan Informasi, Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia.
- KLHK. 2018. *Perkembangan Kegiatan Rehabilitasi Hutan dan Lahan Tahun 2011-2015*. Jakarta, Indonesia: Direktorat Jenderal Pengendalian DAS dan Hutan Lindung, Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia.
- Kodra, H.S.A. dan Syaukani, H.R. (2004). *Bumi makin panas banjir makin luas: Menyimak tragedi kehancuran hutan*. Bandung, Indonesia: Yayasan Nuansa Cendekia.
- Lamprecht, H. (1986). *Waldbau in den Tropen*. Hamburg und Berlin, Deutschland: Verlag Paul Parey.
- Lempang, M. (2014). Sifat dasar dan potensi penggunaan kayu jabon merah. *Jurnal Penelitian Kehutanan Wallacea*, 3, 163-175.
- Mansur, I. (2015). *Bisnis dan budidaya 18 kayu komersial*. Jakarta, Indonesia: Penebar Swadaya.
- Matangaran, J.R. (2012). Soil compaction by Valmet Forwarder operation at soil surface with and without slash. *Journal of Tropical Forest Management*, 18(1), 52-59. Doi: 10.7226/jtfm.18.1.52.
- Mulyana, D., Asmarahman, C., dan Fahmi, I. (2012). *Petunjuk praktis pembibitan jabon dan sengon*. Jakarta, Indonesia: PT AgroMedia Pustaka.
- Navarro-Martinez, A., Palmas, S., Ellis, E.A., Blanco-Reyes, P., Varagas-godinez, C., Iuit-Jimenez, A.C., Hernandez-gomez, I.U., Rllis, P., Alvarez-Ugalde, A., Carrera-Quirino, Y.G., Armenta-Montero, S., and Putz, F.E. (2017). Remnant tree in enrichment planted gaps in Quinrana Roo, Mexico: Reasons for retention and effects on seedlings. *Forests*, 8, 272, 1-11. Doi: 10.3390/f8080272.
- Ozsahin, E., Duru, U., and Eroglu, I. (2018). Land use and land cover changes (LULCC), a key tounderstand soil erosion intensities in the Maritsa Basin. *Water*, 10, 335, 1-15. Doi: 10.3390/w10030335.
- Pandit, I.K.N., dan Wibowo, C. (2011). *Jenis kayu promadona untuk hutan tanaman rakyat*. Bogor, Indonesia: Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Kementerian Pendidikan Nasional bekerjasama dengan LPPM Institut Pertanian Bogor.
- Rajati, T., Kusmana, C., Darusman, D., dan Saefuddin, A. (2006). Optimalisasi pemanfaatan lahan kehutanan dalam rangka peningkatan kualitas lingkungan dan kesejahteraan sosial ekonomi masyarakat desasekitar hutan: Studi kasus di Kabupaten Sumedang. *Jurnal Manajemen Hutan Tropika*, 12(1), 38-50.
- Schwartz, G., Pereira, P.C.G., Siviero, M.A., Pereira, J.F., Ruschel, A.R., and Yared, J.A.G. (2017). Enrichment planting in logging gaps with *Shizolobium paraphyba* var *amazonicum* (Huber ex Ducke) Berneby: A financial profitable alternative for degraded tropical forests in the Amazon. *Forest Ecology and management*, 390, 166-172.
- Springer, R., Eudoxie, G., and Gouveia, G. (2014). Comparative evaluation of common savannahgrass on a range of soils subjected to different stresses I: Productivity and quality. *Agronomy*, 4, 202-216. Doi: 10.3390/agronomy4020202.
- Suwarna, U., Arief, H., dan Ramadhon, M. (2009). Erosi tanah akibat operasi pemanenan hutan. *Jurnal Manajemen Hutan Tropika*, 15(2), 61-65.
- Tang, Q., He, C., He X., Bao, Y., Zhong, R., and Wen, R., (2014). Farmers' sustainable strategies for soil conservation on sloping arable lands in the upper Yangtze River basin, China. *Sustainability*, 6, 4795-4806. Doi: 10.3390/su6084795.
- Wati, C.B., dan Karmilasanti. (2013). Biaya investasi langsung pengelolaan hutan dengan sistem silvikultur tebang pilih tanam jalur (TPTJ) oleh PT. Intracawood Manufacturing di Kalimantan Timur. *Jurnal Penelitian Dipterokarpa*, 7(2), 75-84.

Wesley, L.D. (2010). *Fundamentals of Soil Mechanics for Sedimentary and Residual Soils*. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.

Whitmore, T.C. 1993. *An introduction to Tropical Rain Forest*. New York, USA: Oxford University Press Inc.

Zemke, J.J. (2016). Runoff and soil erosion assessment on forest roads using a small-scale rainfall simulator. *Hydrology*, 3, 25, 1-21. Doi: 10.3390/hydrology3030025.